



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 42 39 598 A 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 01 L 23/62
H 01 L 23/492

②1 Aktenzeichen: P 42 39 598.4
②2 Anmeldetag: 25. 11. 92
④3 Offenlegungstag: 27. 5. 93

DE 42 39 598 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
25.11.91 JP P 3-309146

⑦1 Anmelder:
Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑦4 Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.;
Klitzsch, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:
Yamada, Toshifusa; Miyashita, Shuji; Shimizu,
Toshihisa, Kawasaki, Kanagawa, JP

⑤4 Transistormodul

⑤7 In einem außenseitigen Zuleitungsanschluß eines Transi-
stormoduls sind ein Anschlußzwischenabschnitt und ein
außenseitiger Zuleitungsanschluß leitend über einen U-för-
migen Anschlußzwischenabschnitt verbunden, der einen
gekrümmten Abschnitt aufweist. Ein Kurzschlußdraht, der
einen größeren elektrischen Widerstand und eine geringere
Induktivität als der Anschlußzwischenabschnitt aufweist, ist
parallel zu diesem verbunden. Aus diesem Grund verschiebt
sich der Strom zur Kurzschlußdrahtseite hin, so daß eine
transiente Spannung niedrig ist, sogar wenn ein Strom
plötzlich in einem Zustand vermindert wird, bei dem der
Strom von dem außen befindlichen Anschlußabschnitt zu
dem Anschlußzwischenabschnitt fließt. Somit wird ein Tran-
sistormodul geschaffen, das in der Lage ist, eine transiente
Spannung zu vermindern, ohne daß dieses hinsichtlich der
Größe des außenseitigen Zuleitungsanschlusses begrenzt
wird, wobei aber ein hohes Niveau der Zuverlässigkeit
beibehalten wird.

DE 42 39 598 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Transistormodul, das Halbleitereinrichtungen u. dgl. enthält, und bezieht sich im besonderen auf ein Verfahren zur Verminderung einer transienten Spannung, die infolge eines außenseitigen Zuleitungsanschlusses erzeugt wird.

Beim Entwurf und der Herstellung eines elektronischen Gerätes ist es hinsichtlich einer Reduzierung der Anzahl von verwendeten Schaltungsbauteilen vorteilhaft, ein Transistormodul zu verwenden, bei dem eine Vielzahl von elektronischen Bauteilen als ein Modul in einem Außenpackungsharz oder Metallgehäuse durch Anbringen auf einer Leiterplatte ausgebildet sind, verglichen mit einer Anordnung, bei der die elektronischen Schaltungen durch elektronische Bauteile, wie z. B. Transistoren ausgebildet sind. In einem solchen Transistormodul wird, wie in Fig. 6 gezeigt ist, ein außenseitiger Zuleitungsanschluß 22 von der Innenseite eines Transistormoduls 21 zur Außenseite eines Außenpackungsharzes (nicht gezeigt) geführt. Dieser außenseitige Zuleitungsanschluß 22 weist einen Anschlußzwischenabschnitt 25 auf, der z. B. in der Form des Buchstabens U gebogen ist und zwischen dessen innenbefindlichen Anschlußabschnitt 23 und dem außenbefindlichen Anschlußabschnitt 24 angeordnet ist. Selbst wenn das Transistormodul 21 während des Betriebes Wärme erzeugt und der außenbefindliche Anschlußdraht 22 einer Wärmeverformung unterzogen wird, nimmt ein gebogener Abschnitt 25a des Anschlußzwischenabschnittes 25 diese Wärmeverformung auf und vermindert eine Spannung bezüglich des einkapselnden Harzes, wodurch als ein Ergebnis dessen ein Absinken in der Zuverlässigkeit des Transistormoduls verhindert wird. Da verhindert wird, daß Wasser od. dgl. in das Innere des Transistormoduls 21 entlang des außenseitigen Zuleitungsanschlusses 22 eindringt, wird zusätzlich dessen Umgebungseinflußbeständigkeit verbessert.

Wenn jedoch der Anschlußzwischenabschnitt 25 mit dem gebogenen Abschnitt 25a in dem außenseitigen Zuleitungsanschluß 22 des Transistormoduls 21 vorgesehen ist, tritt eine große unerwünschte Induktivität L_0 entsprechend der gebogenen Form auf. Aus diesem Grund tritt, wenn die Zuführung eines Stromes bezüglich des Transistormoduls 21 mit einer hohen Geschwindigkeit ein- und ausgeschaltet wird, eine große transiente Spannung ΔV_0 auf, die durch $-L_0 (dI_0/dt)$ ausgedrückt wird und entsprechend der Änderung des Stromes dI_0/dt auftritt, wenn sich der Strom deutlich vermindert. Eine solche transiente Spannung ΔV_0 kann eine Fehlfunktion od. dgl. in der Schaltung verursachen. Um das ΔV_0 hier zu reduzieren, genügt es, wenn der Anschlußzwischenabschnitt 25 in einem linearen Aufbau ausgebildet ist, um die Induktivität L_0 zu vermindern. Dieses beeinträchtigt jedoch den Effekt der Verminderung der Wärmeverformung des außenseitigen Zuleitungsanschlusses 22 und den Effekt der Erhöhung der Umgebungseinflußbeständigkeit, wodurch ein Absinken in der Zuverlässigkeit des Transistormoduls 21 verursacht wird. Aus diesem Grund trat mit dem herkömmlichen Transistormodul 21 das Problem auf, daß entweder die Zuverlässigkeit oder die transiente Spannung ΔV_0 geopfert werden muß.

Im Zusammenhang damit, ist es denkbar, einen außenseitigen Zuleitungsanschluß 32 zu verwenden, in welchem ein Schlitz 35a in einem Anschlußzwischenabschnitt 35 in Längsrichtung desselben vorgesehen ist, um eine Mehrzahl paralleler Strompfade zwischen ei-

nem außenbefindlichen Anschlußabschnitt 34 und einem innenbefindlichen Anschlußabschnitt 33 zu schaffen, wie in Fig. 7 gezeigt ist. Da der Strompfad in dem außenseitigen Zuleitungsanschluß 32, der einen solchen Aufbau aufweist, geteilt ist, ist ein Strom I_1 , der durch jeden Strompfad fließt, klein, selbst wenn der Strom mit hoher Geschwindigkeit geschaltet wird, so daß eine transiente Spannung ΔV_1 , die mit $-L_1 (dI_1/dt)$ ausgedrückt wird, klein ist. Falls jedoch die transiente Spannung ΔV_1 durch Einteilen des Strompfades unter Vorsehen des Schlitzes 35a reduziert wird, wird der Effekt der Verminderung der transienten Spannung ΔV_1 durch die Anzahl der Einteilungen des Strompfades begrenzt. Um ΔV_1 genügend zu vermindern, ist es notwendig, eine Vielzahl von Nuten auszubilden. In Verbindung damit gibt es jedoch Beschränkungen, die aus den Größen und Konfigurationen eines Transistormoduls 31 und des Anschlußzwischenabschnittes 32 erwachsen. Zum Beispiel ist es dort notwendig, wo ein innenbefindlicher Anschlußabschnitt 37 an einer Stelle abseits vom außenbefindlichen Anschlußabschnitt 34 über einen Anschlußzwischenabschnitt 36 mit einem gebogenen Abschnitt 36a vorgesehen ist, Schlitz 36b zwischen dem gebogenen Abschnitt 36a und dem außenbefindlichen Anschlußabschnitt 34 vorzusehen und einen Schlitz 36c zwischen dem gebogenen Abschnitt 36a und dem innenbefindlichen Anschlußabschnitt 37 vorzusehen, wie in Fig. 7 gezeigt ist. Um jedoch die transiente Spannung ΔV_1 genügend zu vermindern, ist es notwendig, eine Mehrzahl von Nuten 36a und 36b auszubilden, so daß es erforderlich ist, daß die Breite des Anschlußzwischenabschnittes 36 groß ist. Außerdem ergibt sich aus dem Anwachsen der Anzahl der Schlitz 35a, 36b und 36c, die in dem außenseitigen Zuleitungsanschluß 32 ausgebildet sind, eine Erhöhung der Anzahl der Fertigungsoperationen, und es ergibt sich außerdem das Problem erhöhter Fertigungskosten des Transistormoduls 21.

Hinsichtlich der zuvor beschriebenen Probleme liegt ein Ziel der vorliegenden Erfindung darin, ein Transistormodul zu schaffen, das in der Lage ist, die transiente Spannung zu vermindern, ohne daß Beschränkungen hinsichtlich der Größe erforderlich sind, während ein hohes Niveau der Zuverlässigkeit, wie z. B. bei der Wärmebeständigkeit und Umgebungseinflußbeständigkeit beibehalten wird.

Um die oben angegebene Aufgabe zu lösen, ist die Einrichtung, die in das Transistormodul entsprechend der vorliegenden Erfindung eingeführt wurde, solcherart ausgebildet, daß ein außenseitiger Zuleitungsanschluß, der aus dem Inneren des Moduls herausgeführt wird, einen innenbefindlichen Anschluß auf einer Innenseite des Moduls aufweist, einen außenbefindlichen Anschlußabschnitt auf einer Außenseite dessen aufweist, und einen Anschlußzwischenabschnitt aufweist, der zumindest einen gebogenen Abschnitt hat, der die Anschlußabschnitte leitend verbindet, wobei ein Kurzschlußabschnitt elektrisch parallel zu dem Anschlußzwischenabschnitt geschaltet ist, wobei der Kurzschlußabschnitt einen größeren elektrischen Widerstand aufweist, als der Anschlußzwischenabschnitt, und eine kleinere Induktivität als derselbe aufweist. Bei der vorliegenden Erfindung bedeutet Transistormodul eines, bei dem eine Halbleitereinrichtung zusammen mit einer Leiterplatte u. dgl. von einem Außenpackungsharz oder einem Metallgehäuse eingekapselt ist und schließen jene ein, die zusammen mit anderen Elektronikbauteilen angebracht sind. Hierbei, wie für den Kurzschlußabschnitt ist es möglich, ein Transistormodul zu verwen-

den, das integral mit dem außenseitigen Zuleitungsanschluß ausgebildet ist, ein Transistormodul zu verwenden, das mit einem anderen Verdrahtungsteil oder einem gleichartigen zugefügten Teil angeordnet ist, oder eine andere ähnliche Anordnung zu verwenden. Ebenso, wie für den außenseitigen Zuleitungsanschluß ist es möglich, ein Transistormodul zu verwenden, bei dem die Bauteile integral ausgebildet sind als auch welche, bei dem die Bauteile durch Verbinden mittels Lötens oder eine andere ähnliche Anordnung angeordnet sind.

Bei der vorliegenden Erfindung wird vorzugsweise ein Kurzschlußdraht eingeführt, der an einer Seite des innenbefindlichen Anschlußabschnittes und an einer Seite des außenbefindlichen Anschlußabschnittes des Anschlußzwischenabschnittes im Inneren des Moduls befestigt ist, um abzusichern, daß der Kurzschlußabschnitt in einer kleinen Formierungsfläche innerhalb des Moduls angeordnet werden kann, und daß es weniger wahrscheinlich ist, daß der Kurzschluß Beschränkungen hinsichtlich der Konfiguration u. dgl. bei dessen außenseitigem Zuleitungsanschluß unterworfen wird.

Zusätzlich wird bevorzugterweise der Kurzschlußabschnitt auf einer Seite der kürzesten Abstandslinie angeordnet, der die gegenüberliegenden Seite des gebogenen Abschnittes des Anschlußzwischenabschnittes verbindet, um die Induktivität des Kurzschlußabschnittes zu verringern.

Bei dem Transistormodul gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Kurzschlußabschnitt elektrisch parallel zu dem Anschlußzwischenabschnitt des außenseitigen Zuleitungsanschlusses geschaltet, und da dessen elektrischer Widerstand größer als der elektrische Widerstand des Anschlußzwischenabschnittes ist, fließt bei der stationären Betriebsweise des Transistormoduls ein stationärer Strom von dem außenliegenden Anschlußabschnitt zu dem innenliegenden Anschlußabschnitt über den Anschlußzwischenabschnitt. Wenn im Gegensatz dazu, der Strom plötzlich im Zustand der stationären Betriebsweise unterbrochen wird, verschiebt sich der Strom, der von dem außenliegenden Anschlußabschnitt zu dem Anschlußzwischenabschnitt fließt von dem Anschlußzwischenabschnitt zu der Kurzschlußabschnittsseite hin, da die Induktivität des Kurzschlußabschnittes kleiner als eine Induktivität L_0 des Anschlußzwischenabschnittes ist. Wenn hierbei angenommen wird, daß die Induktivität des Kurzschlußabschnittes L_2 ist, und daß ein Stromanstiegsverhältnis in dem Kurzschlußabschnitt di_2/dt ist, wird eine transiente Spannung ΔV_2 , die in dem Transistormodul in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung auftritt, durch $L_2 (di_2/dt)$ ausgedrückt. Da jedoch eine Induktivität L_2 an den Kurzschlußabschnitt kleiner als eine Induktivität an dem Anschlußzwischenabschnitt ist, ist die transiente Spannung ΔV_2 klein. Darüber hinaus vermindert der Kurzschlußabschnitt die transiente Spannung ΔV_2 aufgrund seiner elektrischen Eigenschaften und unterscheidet sich von dem Aufbau, bei dem der Strompfad durch Vorsehen von Schlitzen od. dgl. in dem außenseitigen Zulassungsanschluß unterteilt ist. Dementsprechend wird der Kurzschlußabschnitt keinen Beschränkungen hinsichtlich der Größe und der Konfiguration des außenseitigen Zuleitungsanschlusses unterworfen, um die transiente Spannung ΔV_2 zu vermindern.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine Vorderansicht eines außenseitigen Zuleitungsanschlusses, der bei einem Transistormodul entsprechend einer Ausführungsform 1 der vorliegenden

Erfindung verwendet wird;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht, die einen wesentlichen Abschnitt des Inneren des Transistormoduls darstellt, die den in Fig. 1 gezeigten außenseitigen Zuleitungsanschluß verwendet;

Fig. 3A ein Diagramm, das eine Änderung des Stromes und einer Spannung in Abhängigkeit von der Zeit in einem Fall darstellt, wenn der Strom plötzlich in dem in Fig. 2 gezeigten Transistormodul vermindert wird, während Fig. 3B ein Diagramm ist, das eine Zeitänderung eines Stromes und einer Spannung in Abhängigkeit von der Zeit in einem Fall darstellt, wenn der Strom plötzlich in einem herkömmlichen Transistormodul vermindert wird;

Fig. 4 eine perspektive Ansicht, die einen außenseitigen Zuleitungsanschluß darstellt, der bei einem Transistormodul entsprechend einer Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung, die einen wesentlichen Abschnitt eines Transistormoduls darstellt, der den in Fig. 4 gezeigten außenseitigen Zuleitungsanschluß verwendet;

Fig. 6 eine perspektivische Ansicht, die einen wesentlichen Abschnitt des Inneren eines herkömmlichen Transistormoduls darstellt; und

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht, die einen wesentlichen Abschnitt des Inneren eines Transistormoduls darstellt, das einen außenseitigen Zuleitungsanschluß verwendet, der sich von dem in Fig. 6 gezeigten Zuleitungsanschluß unterscheidet.

Unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen wird die Beschreibung der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gegeben.

Ausführungsform 1

Fig. 1 ist eine Vorderansicht eines außenseitigen Zuleitungsanschlusses bei einem Transistormodul entsprechend Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung, und Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht, die einen wesentlichen Abschnitt des Inneren des Transistormoduls dieser Ausführungsform darstellt.

Wie in diesen Zeichnungen gezeigt ist, sind eine erste Metallverdrahtungsleiterplatte 2b, eine zweite Metallverdrahtungsleiterplatte 2c und eine dritte Metallverdrahtungsleiterplatte 2d auf einem isolierenden Substrat 2a, wie z. B. einer Aluminiumoxidplatte in dem Inneren eines Transistormoduls 1 vorgesehen, und Halbleiterchips 3a, 3b sind auf dessen Oberfläche angebracht. Anschlußabschnitte dieser Halbleiterchips 3a, 3b sind mittels Anschlußdrähten 4 verdrahtet und verbunden, um einen elektrischen Schaltkreis zu bilden.

Hierbei ist ein außenseitiger Zuleitungsanschluß 5, der durch Verarbeiten einer Kupferplatte od. dgl. erzielt wurde, leitend mit der Oberfläche der zweiten Metallverdrahtungsleiterplatte 2c verbunden. Dieser außenseitige Zuleitungsanschluß 5 umfaßt einen innenbefindlichen Anschlußabschnitt 6, der an einer Seite der zweiten Metallverdrahtungsleiterplatte 2c und einem außenseitigen Anschlußabschnitt 8 befestigt ist, der leitend mit dem innenliegenden Anschlußabschnitt 6 über einen Anschlußzwischenabschnitt 7 verbunden ist, wobei alles integral ausgebildet ist. Der außenliegende Anschlußabschnitt 8 unter diesen befindet sich in einem Zustand, bei dem er von der Außenseite von einer eingekapselten Harzschicht (nicht gezeigt) hervorsteht, selbst nachdem das Transistormodul mit einem Harz eingekapselt ist. Dieser außenliegende Anschlußabschnitt 8 wird zur lei-

tenden Verbindung zwischen dem Transistormodul 1 und einem Außenschaltkreis verwendet.

In dem Transistormodul 1 weist hierbei der Anschlußzwischenabschnitt 7 einen geraden Abschnitt 7a, einen gekrümmten Abschnitt 7b (gebogener Abschnitt) und einen geraden Abschnitt 7c auf, und somit weist dieser Abschnitt eine Konfiguration auf, bei der dieser in der Form des Buchstabens U gebogen ist. Diese Anordnung ist vorgesehen, um abzusichern, daß falls der außenliegende Zuleitungsanschluß 5 einer Wärmeverformung hinsichtlich einer Wärmezerzeugung während des Betriebes unterworfen wird, die Wärmeverformung durch den Anschlußzwischenabschnitt 7 aufgenommen wird, um nicht die Zuverlässigkeit des Transistormoduls 1 zu beeinflussen, und um abzusichern, daß die Haftfähigkeit u. dgl. an der Grenzfläche zwischen dem einkapselnden Harz und dem außenseitigen Zuleitungsanschluß 5 vergrößert wird, um die Umgebungseinflußbeständigkeit des Transistormoduls 1 zu steigern. Zusätzlich sind in dem Anschlußzwischenabschnitt 7 zwei gebogene Abschnitte, die in Richtung der Plattendicke gebogen sind zwischen dem geraden Abschnitt 7a und dem außen befindlichen Anschlußabschnitt 8 ausgebildet. Außerdem ist ein gebogener Abschnitt, der ähnlich in Richtung der Plattendicke gebogen ist, zwischen dem geraden Abschnitt 7c und dem innen befindlichen Anschlußabschnitt 6 ausgebildet.

Desweiteren ist in dem Transistormodul 1 dieser Ausführungsform bezüglich des außenseitigen Zuleitungsanschlusses 5 ein Kurzschlußdraht 9 an einer Seite des außen befindlichen Anschlußabschnittes 8 und einer Seite des innen befindlichen Anschlußabschnittes 6 in einem Zustand befestigt, bei dem der Kurzschlußdraht 9 elektrisch parallel zu dem Anschlußzwischenabschnitt 7 geschaltet ist. Hierbei ist der Kurzschlußdraht 9 ein kurzer Draht, der ein drahtartiges Teil ist, das aus einem ausgewählten vorbestimmten Material ausgebildet ist und ist an einer Seite einer kürzesten Abstandslinie angeordnet, die die zwei Seiten des gekrümmten Abschnittes 7b des Anschlußzwischenabschnittes 7 verbindet. Deshalb ist dessen elektrischer Widerstand genügend größer als der elektrische Widerstand des Anschlußzwischenabschnittes 7, und dessen Induktivität ist genügend kleiner als die Induktivität des Anschlußzwischenabschnittes 7.

Da somit in dem Transistormodul 1 dieser Ausführungsform der Kurzschlußdraht 9, der einen großen elektrischen Widerstand hat, parallel zu dem Anschlußzwischenabschnitt 7 des außenseitigen Zuleitungsanschlusses 5 geschaltet ist, fließt während der konstanten Betriebsweise des Transistormoduls 1 ein stationärer Strom (in Richtung des Pfeils I) von dem außen befindlichen Anschlußabschnitt 8 über den Anschlußzwischenabschnitt 7 zu dem innen befindlichen Anschlußabschnitt 6, und praktisch kein Strom fließt über den Kurzschlußdraht 9. Wenn in diesem Zustand der Strom plötzlich unterbrochen wird, verschiebt sich der Strom, der von dem außen befindlichen Anschlußabschnitt 8 zu dem Anschlußzwischenabschnitt 7 fließt, von der Seite des Anschlußzwischenabschnittes 7 zu der Seite des Kurzschlußabschnittes 9 hin. Wenn hierbei angenommen wird, daß die Induktivität an dem Kurzschlußabschnitt 9 L_2 ist, und daß ein Stromanstiegsverhältnis an dem Kurzschlußabschnitt 9 dI_2/dt ist, wird eine transiente Spannung ΔV_2 , die in dem Transistormodul 1 dieser Ausführungsform auftritt, durch $L_2(dI_2/dt)$ ausgedrückt. Da jedoch (Induktivität L_0 an dem Anschlußzwischenabschnitt 7) > (Induktivität L_2 an dem Kurzschlußab-

schnitt 9) ist, ist die transiente Spannung ΔV_2 , die in dem Transistormodul 1 dieser Ausführungsform auftritt, extrem kleiner als eine transiente Spannung ΔV_0 , die in dem herkömmlichen Transistormodul auftritt (die einen Aufbau hat, die ohne einen Kurzschlußdraht 9 ausgerüstet ist). Darüber hinaus vermindert der Kurzschlußabschnitt 9 die transiente Spannung ΔV_2 aufgrund seiner elektrischen Eigenschaften und unterscheidet sich von dem Aufbau, bei dem der Strompfad durch Vorsehen von Schlitzen od. dgl. in dem außenseitigen Zuleitungsanschluß unterteilt ist. Dementsprechend kann der Kurzschlußabschnitt 9 in einem effektivsten Zustand unabhängig von der Größe und der Konfiguration des außenseitigen Zuleitungsanschlusses 5 angeordnet sein. Deshalb kann die transiente Spannung ΔV_2 bezüglich unterschiedlicher Typen von Transistormodulen vermindert werden, während ihre Zuverlässigkeit auf einem hohen Niveau beibehalten wird.

Unter Bezugnahme auf Fig. 3A wird eine Beschreibung der Änderung eines Stromes und einer Spannung in Abhängigkeit von der Zeit gegeben, in einem Fall, bei dem der Strom plötzlich bezüglich des Transistormoduls 1 in einem Zustand unterbrochen wird, bei dem ein stationärer Strom fließt. Fig. 3B zeigt die Änderung eines Stromes und einer Spannung in Abhängigkeit von der Zeit bei dem in Fig. 6 gezeigten herkömmlichen Transistormodul, d. h., dem Transistormodul, der keinen Kurzschlußabschnitt aufweist, der parallel zu dem Anschlußzwischenabschnitt verbunden ist. Es ist anzumerken, daß in den Fig. 3A und 3B durchgehende Linien 51, 52 einen Stromwert darstellen, während gestrichelte Linien 53, 54 einen Spannungswert darstellen.

Wie in den Fig. 3A und 3B gezeigt ist, zeigt eine Spannung V an dem außenseitigen Zuleitungsanschluß nach einem deutlichen Anstieg eine vorbestimmte Spitzenspannung und konvergiert nachfolgend zu einem festen Wert, wenn bei jedem der Transistormodule ein festgelegter stationärer Strom in dem Zustand deutlich vermindert wird, bei dem der Strom I fließt, wie durch die gestrichelten Linien 53, 54 angegeben ist. Obwohl für die transiente Spannung ein Vergleich im allgemeinen hinsichtlich eines Unterschiedes zwischen einem konvergierenden Wert und einer Spitzenspannung gemacht wird, wird in den Fig. 3A und 3B abwechselnd ein Vergleich hinsichtlich der Unterschiede ΔV_1 , ΔV_2 zwischen dem Spannungswert nach Zeigen der Spitzenspannung auf der einen Seite und der Spitzenspannung auf der anderen Seite gemacht. Aus diesen Ergebnissen wurde bestätigt, daß die transiente Spannung ΔV_2 , die in dem Transistormodul 1 dieser Ausführungsform auftritt, ungefähr 25 bis 50% niedriger ist, als die transiente Spannung ΔV_0 , die bei dem herkömmlichen Transistormodul auftritt.

Ausführungsform 2

Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht des außenseitigen Zuleitungsanschlusses, der bei einem Transistormodul in Übereinstimmung mit Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung verwendet wird, und Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht, die einen wesentlichen Abschnitt des Inneren des Transistormoduls dieser Ausführungsform darstellt.

Wie in diesen Zeichnungen gezeigt ist, sind eine erste Metallverdrahtungsleiterplatte 12b und eine zweite Metallverdrahtungsleiterplatte 12c auf einem isolierenden Substrat 12a, wie z. B. einer Aluminiumoxidplatte im Inneren eines Transistormoduls 11 vorgesehen, und ein

Halbleiterchip 12d u. dgl. sind auf der Oberfläche dessen angebracht. Anschlußabschnitte des Halbleiterchips 12d u. dgl. sind mittels Anschlußdrähten 13 verdrahtet und verbunden, um einen elektrischen Schaltkreis zu bilden. Hierbei ist ein außenseitiger Zuleitungsanschluß 14, der aus einer Kupferplatte gebildet ist, die in einer vorbestimmten Konfiguration verarbeitet wurde, leitend mit der Oberfläche der zweiten Metallverdrahtungsleiterplatte 12c verbunden. Dieser außenseitige Zuleitungsanschluß 14 ist leitend mit der Oberfläche der zweiten Metallverdrahtungsleiterplatte 12c an zwei Stellen mittels einem ersten innen befindlichen Anschlußabschnitt 16 über einen ersten Anschlußzwischenabschnitt 16 mit einem außen befindlichen Anschlußabschnitt 15 leitend verbunden und mittels einem zweiten innen befindlichen Anschlußabschnitt 19 über einen zweiten Anschlußzwischenabschnitt 18 mit dem außen befindlichen Anschlußabschnitt 15 leitend verbunden.

Hierbei ist der außenseitige Zuleitungsanschluß 15 integral aus einer Kupferplatte od. dgl. gearbeitet, und ein Schlitz 16a ist in dem ersten Anschlußzwischenabschnitt 16 ausgebildet, um den elektrischen Pfad in zwei Reihen zu teilen. Im Gegensatz dazu sind zwei Schlitze 18b in dem zweiten Anschlußzwischenabschnitt 18 zwischen seinem gebogenen Abschnitt 18a und dem außen befindlichen Anschlußabschnitt 15 ausgebildet, um den elektrischen Pfad dort in drei Reihen einzuteilen, und ein Schlitz ist zwischen dem gebogenen Abschnitt 18a und dem innen befindlichen Anschlußabschnitt 19 ausgebildet, um den elektrischen Pfad dort in zwei Reihen zu teilen. Als ein Ergebnis dessen wird der Strom, der über den ersten und zweiten Anschlußzwischenabschnitt 16, 18 fließt, in die elektrischen Pfade verzweigt, die durch die Schlitze 16a, 18b, 18c unterteilt werden, sogar wenn der Strom, der durch das Transistormodul 11 fließt, plötzlich vermindert wird. Da daher die Stromwerte in den jeweiligen Strompfaden klein sind, wird die transiente Spannung, die in dem außen befindlichen Anschlußabschnitt 15 hinsichtlich der starken Verminderung des Stromes auftritt, unterdrückt.

In dem Transistormodul 11 ist es jedoch notwendig, außerdem die transiente Spannung, die hinsichtlich einer Induktivität L_1 unerwünscht auf der Seite des Anschlußzwischenabschnittes 18 auftritt, zu vermindern. Die Situation ist jedoch so, daß es schwierig ist, den elektrischen Pfad des Anschlußzwischenabschnittes 18 infolge der Beschränkungen hinsichtlich Konfiguration und Größe des außenseitigen Zuleitungsanschlusses 14 weiter zu unterteilen.

Dementsprechend ist in dem Transistormodul dieser Ausführungsform bezüglich des außenseitigen Zuleitungsanschlusses 14 ein Kurzschlußdraht 20 zwischen einer Seite des außen befindlichen Anschlußabschnittes 15 des Anschlußzwischenabschnittes 18 und einer Seite des Anschlußzwischenabschnittes 19 des Anschlußzwischenabschnittes 18 in einem Zustand angeordnet, bei dem der Kurzschlußdraht 20 an einer Seite der kürzesten Abstandslinie angeordnet ist, die die zwei Seiten der gebogenen Abschnitte 18a des Anschlußzwischenabschnittes 18 verbindet. Hierbei ist der Kurzschlußdraht 20 ein kurzer Draht, der ein drahtartiges Teil ist, das aus einem ausgewählten vorbestimmten Material ausgebildet ist, und ist an einer Seite mit einer kürzesten Abstandslinie angeordnet, die die zwei Seiten des gebogenen Abschnittes 18a des Anschlußzwischenabschnittes 18 verbindet. Deshalb ist sein elektrischer Widerstand genügend größer als der elektrische Widerstand des Anschlußzwischenabschnittes 18, und seine Indukti-

vität ist genügend kleiner als die Induktivität des Anschlußzwischenabschnittes 18.

Da somit in dem Transistormodul 11 dieser Ausführungsform der Kurzschlußdraht 20 parallel zu dem Anschlußzwischenabschnitt 18 geschaltet ist, und sein elektrischer Widerstand größer als der elektrische Widerstand des Anschlußzwischenabschnittes 18 ist, fließt während der stationären Betriebsweise des Transistormoduls 11 der stationäre Strom (in Richtung des Pfeiles 1) von dem außen befindlichen Anschlußabschnitt 15 über den Anschlußzwischenabschnitt 18 zu dem Anschlußzwischenabschnitt 19, und praktisch kein Strom fließt über den Kurzschlußdraht 20. Wenn in diesem Zustand der Strom plötzlich unterbrochen wird, verschiebt sich der Strom, der von dem außen befindlichen Anschlußabschnitt 15 zu dem Anschlußzwischenabschnitt 18 fließt, von der Seite des Anschlußzwischenabschnittes 18 zur Seite des Kurzschlußabschnittes 20 hin, da die Induktivität des Kurzschlußabschnittes 20 kleiner als die Induktivität L_1 des Anschlußzwischenabschnittes 18 ist. Wenn hierbei angenommen wird, daß die Induktivität am Kurzschlußabschnitt 9 L_3 ist, und daß ein Stromanstiegsverhältnis an dem Kurzschlußabschnitt di/dt ist, wird eine transiente Spannung ΔV_3 , die in dem Transistormodul 11 dieser Ausführungsform auftritt, durch $L_3 (di/dt)$ ausgedrückt. Da jedoch $L_1 > L_3$ in gleicher Weise, wie die Induktivität L_2 an dem Kurzschlußdraht der Ausführungsform 1 ist, ist die transiente Spannung ΔV_3 klein. Da darüber hinaus der Kurzschlußabschnitt 20 angeordnet werden kann, ohne daß der außenseitige Zuleitungsanschluß 15 Beschränkungen hinsichtlich Konfiguration und Größe unterworfen wird, kann die transiente Spannung vermindert werden, während die Zuverlässigkeit des Transistormoduls 11 auf einem hohen Niveau beibehalten werden kann.

Ebenso wurde unter Bezug zum Transistormodul 11 eine Messung der Änderung des Stromes und der Spannung in Abhängigkeit von der Zeit durchgeführt, in dem Fall, wenn der Strom plötzlich unterbrochen würde, in einem Zustand, bei dem ein stationärer Strom fließt, und ein Vergleich wurde zu der Änderung des Stromes und der Spannung in Abhängigkeit von der Zeit bei dem in Fig. 7 gezeigten herkömmlichen Transistormodul durchgeführt, d. h., bei dem Transistormodul, der keinen Kurzschlußabschnitt aufwies, der parallel zu dem Anschlußzwischenabschnitt verbunden wurde. Es wurde bestätigt, daß die transiente Spannung, die bei dem Transistormodul 11 dieser Ausführungsform auftritt, um ungefähr 25 bis 50% niedriger ist.

Zusätzlich zu den den Ausführungsformen 1 und 2 gezeigten Konfigurationen ist anzumerken, daß die Konfiguration des außenseitigen Zuleitungsanschlusses nicht begrenzt ist, insofern es den Anschlußzwischenabschnitt auf der inneren Seite des Moduls hat, den außen befindlichen Anschlußabschnitt auf der Außenseite hat, und zumindest einen gebogenen Abschnitt hat, der leitend diese Anschlußabschnitte verbindet. Zusätzlich ist der Kurzschlußabschnitt nicht begrenzt darauf, daß er eine elektrisch parallele Verbindung mit einem großen elektrischen Widerstand und einer kleinen Induktivität schafft.

Zusätzlich sind die Anzahl der außenseitigen Zuleitungsanschlüsse, die auf dem Transistormodul vorgesehen sind, sowie die Anzahl der außen befindlichen Anschlußabschnitte, der innen befindlichen Anschlußabschnitte und der Anschlußzwischenabschnitte, die in dem außenseitigen Zuleitungsanschluß vorgesehen sind, von einer Beschaffenheit, daß sie auf optimale Bedin-

gungen im Lichte der Verwendung des Transistormoduls festgelegt werden.

Außerdem ist es hinsichtlich des außenseitigen Zuleitungsanschlusses möglich, einen zu verwenden, bei dem die Bauteile integral ausgebildet sind, einen zu verwenden, bei dem die Bauteile durch Verbindung angeordnet sind oder eine andere ähnliche Anordnung zu verwenden. Hinsichtlich des Kurzschlußabschnittes ist es möglich, einen zu verwenden, der integral mit dem außenseitigen Zuleitungsanschluß ausgebildet ist, einen zu verwenden, bei dem ein anderes Drahtteil od. dgl. zu dem außenseitigen Zuleitungsabschnitt hinzugefügt ist, oder eine andere ähnliche Anordnung zu verwenden.

Wie zuvor beschrieben wurde, ist das Transistormodul in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß ein Kurzschlußabschnitt, der einen größeren elektrischen Widerstand als der Anschlußzwischenabschnitt und eine kleinere Induktivität als die Induktivität des Anschlußzwischenabschnittes hat parallel zu dem Anschlußzwischenabschnitt, der einen gebogenen Abschnitt aufweist, geschaltet ist. In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung fließt der stationäre Strom von dem außen befindlichen Verbindungsanschlußabschnitt zu dem innen befindlichen Verbindungsanschlußabschnitt über den Anschlußzwischenabschnitt, während, wenn der Strom plötzlich unterbrochen wird, der Strom sich von der Seite des Anschlußzwischenabschnittes zur Seite des Kurzschlußabschnittes verschiebt, der eine kleinere Induktivität hat. Daher demonstriert die vorliegende Erfindung den Effekt der Verminderung der transienten Spannung. Zusätzlich kann die transiente Spannung vermindert werden, ohne daß die durch Beschränkungen hinsichtlich der Größe und Konfiguration des außenseitigen Zuleitungsanschlusses beeinflusst wird, da es ausreicht, nur den Kurzschlußabschnitt vorzusehen.

Zusätzlich kann in dem Fall, wo der Kurzschlußdraht mit beiden Enden auf der Seite des Anschlußzwischenabschnittes und der Seite des gebogenen Abschnittes am außen befindlichen Anschlußabschnitt in dem Modul befestigt ist und als der Kurzschlußabschnitt verwendet wird, in einer kleineren Formierungsfläche angeordnet sein, so daß es weniger wahrscheinlich ist, daß der Kurzschlußabschnitt Beschränkungen hinsichtlich der Größe und Konfiguration des außenseitigen Zuleitungsanschlusses unterworfen wird. Zusätzlich ist es einfach möglich, einen Kurzschlußabschnitt mit einem großen elektrischen Widerstand auszubilden.

Außerdem ist es in dem Fall, bei dem der Kurzschlußabschnitt auf der Seite der kürzesten Abstandslinie angeordnet ist, die die beiden Seiten des gebogenen Abschnittes des Anschlußzwischenabschnittes verbindet, leicht möglich, einen Kurzschlußabschnitt mit einer kleinen Induktivität auszubilden.

Patentansprüche

1. Transistormodul mit einem außenseitigen Zuleitungsanschluß, der aus dem Inneren des Moduls herausgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der außenseitige Zuleitungsanschluß (5; 14) umfaßt: einen innen befindlichen Anschlußabschnitt (6; 16, 19) auf einer inneren Seite des Moduls (< 1; 11); einen außen befindlichen Anschlußabschnitt (8; 15) auf einer Außenseite des Moduls (< 1; 11); einen Anschlußzwischenabschnitt (7; 18), der zumindest einen gebogenen Abschnitt (7b; 18a) aufweist, der die Anschlußabschnitte leitend verbindet; und

einen Kurzschlußabschnitt (9; 20), der elektrisch parallel zu dem Anschlußzwischenabschnitt (7; 18) geschaltet ist, wobei der Kurzschlußabschnitt (9; 20) einen größeren elektrischen Widerstand als der Anschlußzwischenabschnitt (7; 18) und eine kleinere Induktivität als der Anschlußzwischenabschnitt (7; 18) aufweist.

2. Transistormodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschlußabschnitt (9; 20) ein Kurzschlußdraht ist, dessen beide Enden jeweils an einer Seite des innen befindlichen Anschlußabschnittes (6; 19) und einer Seite des außen befindlichen Anschlußabschnittes (8; 15) im Anschlußzwischenabschnitt (7; 18) im Inneren des Moduls (1; 11) befestigt ist.

3. Transistormodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschlußabschnitt (9; 20) auf einer Seite der kürzesten Abstandslinie angeordnet ist, die die gegenüberliegenden Seiten des gebogenen Abschnittes (7b; 18a) des Anschlußzwischenabschnittes (< 7; 18) verbindet.

4. Transistormodul nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschlußabschnitt (9; 20) auf einer Seite der kürzesten Abstandslinie angeordnet ist, die die gegenüberliegenden Seiten des gebogenen Abschnittes (7b; 18a) des Anschlußzwischenabschnittes (7; 18) verbindet.

5. Außenseitiger Zuleitungsanschluß, der aus einem Transistormodul herausgeführt wird, in dem eine Mehrzahl elektrischer Komponenten auf einer Leiterplatte angebracht sind, gekennzeichnet durch: einen innen befindlichen Anschlußabschnitt (6; 16, 19) auf einer inneren Seite des Moduls (1; 11); einen außen befindlichen Anschlußabschnitt (8; 15) auf einer Außenseite dessen;

einen Anschlußzwischenabschnitt (7; 18), der zumindest einen gebogenen Abschnitt (7b; 18a) aufweist, der die Anschlußabschnitte leitend verbindet; und

einen Kurzschlußabschnitt (9; 20), der elektrisch parallel den Anschlußzwischenabschnitt (7; 18) verbindet, wobei der Kurzschlußabschnitt (9; 20) einen größeren elektrischen Widerstand als der Anschlußzwischenabschnitt (7; 18) und eine kleinere Induktivität als der Anschlußzwischenabschnitt (7; 18) aufweist.

6. Transistormodul nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurzschlußabschnitt (9; 20) ein Kurzschlußdraht ist, dessen beide Enden jeweils an einer Seite des innen befindlichen Anschlußabschnittes (6; 19) und einer Seite des außen befindlichen Anschlußabschnittes (8; 15) im Anschlußzwischenabschnitt (7; 18) im Inneren des Moduls (1; 11) befestigt sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

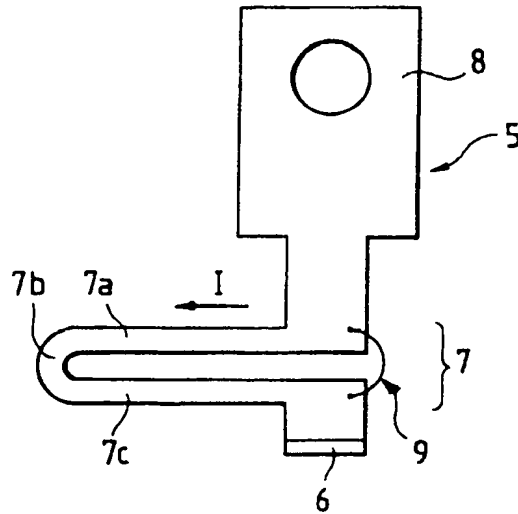


FIG. 2

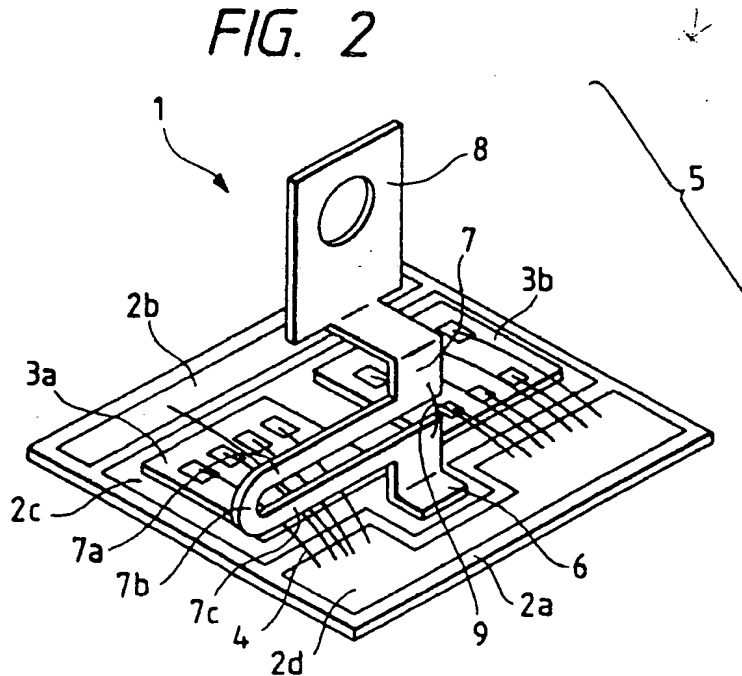


FIG. 3A

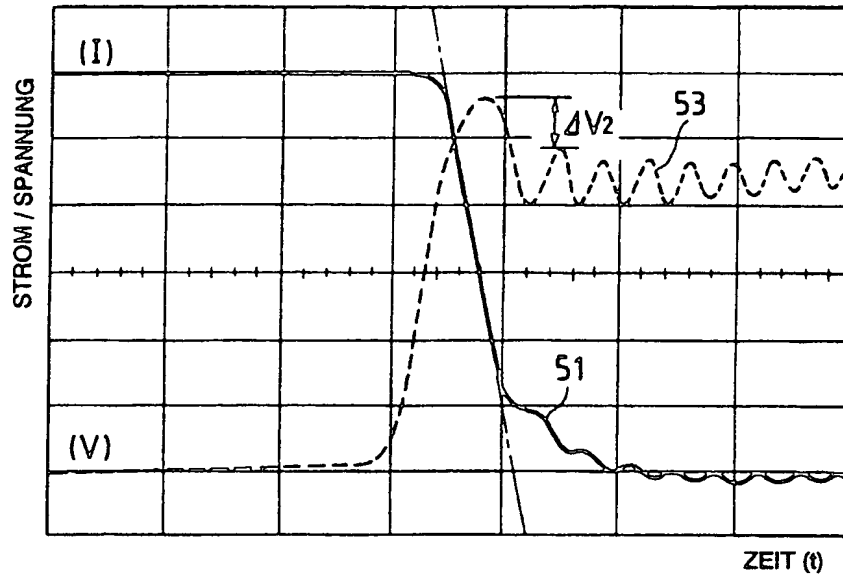


FIG. 3B

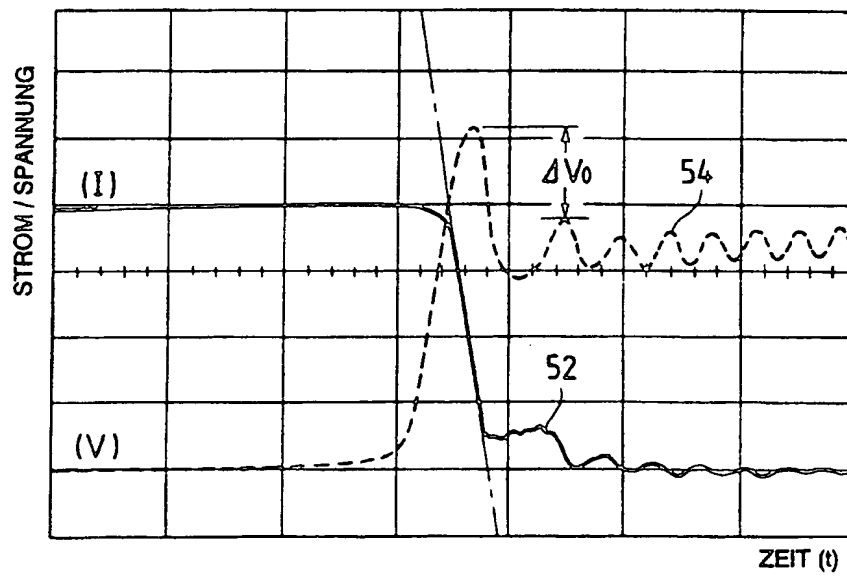


FIG. 4

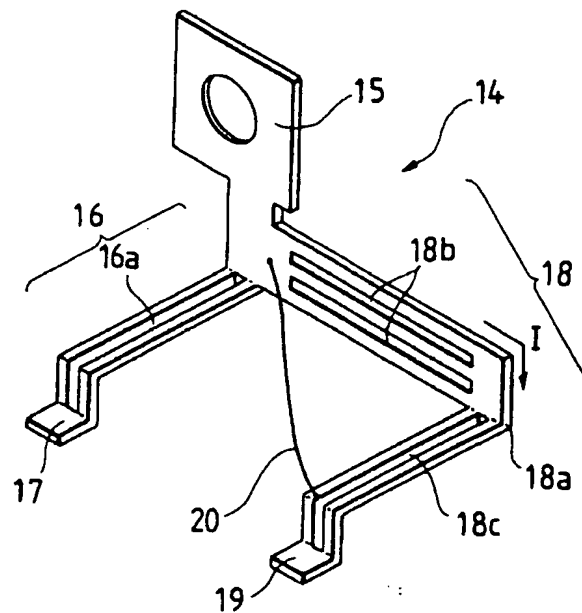


FIG. 5

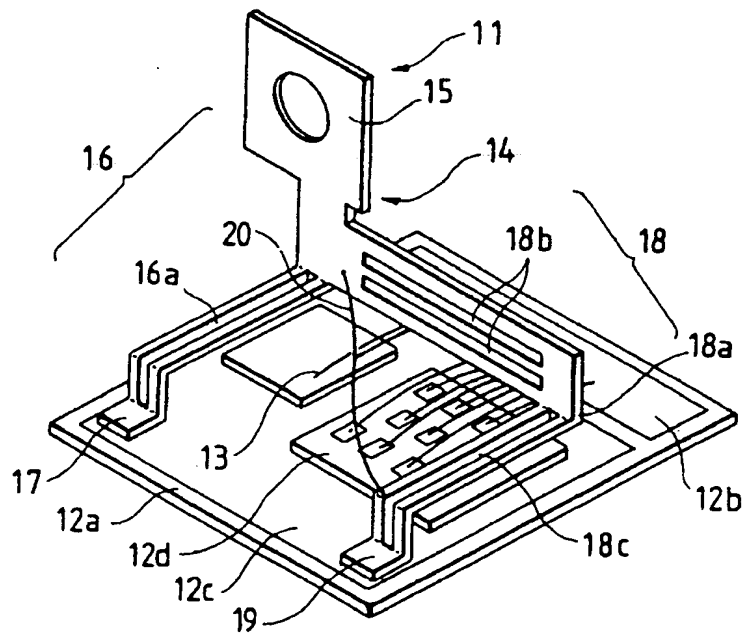


FIG. 6

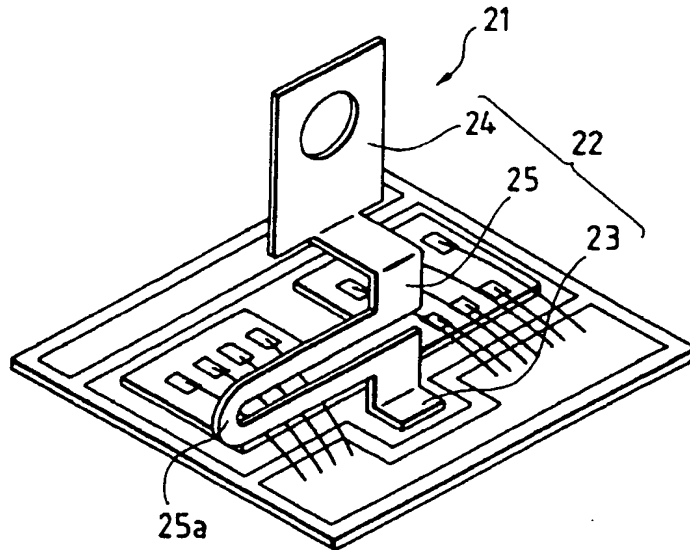
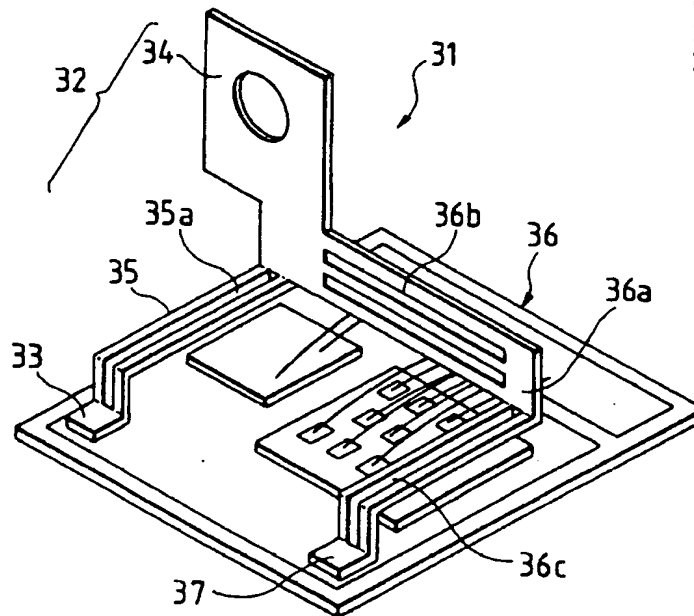


FIG. 7



DOCKET NO: WMP-EUP-008
SERIAL NO: WMP-EUP-008
APPLICANT: Gottfried Feilke et al.

LENER AND GREENBERG P.A.
P.O. BOX 2480
HOLLYWOOD, FLORIDA 33022
TEL. (954) 925-1100